



# **Analýza splývavého tvaru textilie při jejím cyklickém namáhání**

## **Bakalářská práce**

*Studijní program:* B3107 – Textil  
*Studijní obor:* 3107R007 – Textilní marketing  
*Autor práce:* **Dias Sagindykov**  
*Vedoucí práce:* doc. Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.





# Analysis of fabric drape shape in cyclic straining

## Bachelor thesis

*Study programme:* B3107 – Textil  
*Study branch:* 3107R007 – Textile marketing - textile marketing  
*Author:* **Dias Sagindykov**  
*Supervisor:* doc. Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dias Sagindykov**

Osobní číslo: **T14000239**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Textilní marketing**

Název tématu: **Analýza splývavého tvaru textilie při jejím cyklickém namáhání**

Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Proveďte rešerši na téma měření splývavosti textilie. Zmapujte standardní metody a metody s využitím obrazové analýzy
- 2) Na dvou druzích textilií proveďte sérii experimentů, kdy budete na přístroji měnit parametry cyklického namáhání (rychlost pádu a počet cyklů)
- 3) Analyzujte výsledky měření, kriticky zhodnoťte. Prověřte, zda platí hypotéza, že jsou srovnatelné výstupy standardní metody splývavých tvarů s nově navrženou dynamickou metodou (tj. opakované cyklické namáhání vzorku).

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] KENKARE N., MAY-PLUMLEE T.: Fabric drape measurement: a modified method using digital image processing. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 2005, 4.3: pp.1-8.
- [2] Al-Gaadi, Göktepe F. and Halász M.: A new method in fabric drape measurement and analysis of the drape formation process. Textile Research Journal. 2012 82: pp.502-512

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.**


Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce: **29. září 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. ledna 2018**

  
Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



  
doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 5. prosince 2017

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra hodnocení textilií

Žádám o změnu termínu odevzdání bakalářské práce z 5.1.2018 na 4.5.2018

Důvod odkladu odevzdání: Nedostačené vypracování práce. Zdravotní důvody.

Děkuji za vyřízení.

Dias Sagindykov



Vyjádření vedoucího práce

Vyjádření vedoucího katedry

Souhlasím  
pgg

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

# PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat paní doc. Ing. Ludmilě Fridrichové, vedoucí mé bakalářské práce za odbornou pomoc, cenné rady a trpělivost při zpracování práce. Dále děkuji rodině, zejména rodičům, za umožnění studia na vysoké škole, stálou podporu a zázemí při studiích. Také patří velké díky mé kamarádům, kteří mi byli oporou po celou dobu studia.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se zabývá potvrzením či vyvrácením hypotézy, že jsou srovnatelné výstupy standardní metody splývavých tvarů s nově navrženou dynamickou metodou. V práci byly popsány metody měření splývavosti textilií. Zaměření na dynamické metody měření splývavosti. Experimentální část je zaměřena na tvar splývavého tvaru novou dynamickou metodou a dále statistické zpracování získaných dat.

Klíčová slova: Splývavost, standardní metody, dynamické metody.

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis deals with the confirmation or refutation of hypothesis that are comparable to the outputs of the standard methods blended shapes with the newly proposed dynamic method. In this work have been described methods of measuring of drape fabrics. Focusing on the dynamic measurement methods of drape. In the experimental part is measured shape of drape shape by a new dynamic method and statistical processing of the data.

Key words: Drape, standard methods, dynamic methods.



## Obsah

Seznam použitých zkratk:	.....
Úvod	..... 10
Teoretická část	..... 11
1. Splývavost	..... 11
2. Metody hodnocení splývavosti	..... 12
2.1 Metoda stanovení koeficientu splývavosti	..... 12
2.2 Měření na kruhových vzorcích (standardní metody hodnocení)	..... 12
2.2.1 Metoda hodnocení pomocí Cusickova drapometru	..... 13
2.2.2 Podle normy ČSN 80 0835: <i>Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem</i>	..... 14
2.2.3 Měření splývavosti přístrojem F.R.L. drapemeter	..... 15
2.3 Nestandardní metody hodnocení splývavosti	..... 17
2.3.1 Obrazová analýza	..... 17
2.3.2 Metodika pomocí obrazové analýzy – softwarem LUCIA	..... 18
2.3.3 Dynamická splývavost	..... 20
2.3.4 Měření splývavosti přes ostrý roh	..... 22
2.3.5 Poměrná splývavá vzdálenost	..... 22
3. Experimentální část	..... 23
3.1 Materiály použité na experiment	..... 23
3.2 Princip měření	..... 26
3.3 Provedené experimenty	..... 29
4. Závěr	..... 41
Seznam použité literatury	..... 42
Seznam obrázků	..... 43
Seznam tabulek	..... 43
Seznam grafů	..... 43
Přílohy	..... 44

### Seznam použitých zkratek:

$DC_w$  koeficient splývavosti podle Cusicka [%]

$W_1$  hmotnost kruhu papíru před měřením [g]

$W_2$  hmotnost vystřiženého průmětu textilie z papíru [g]

$S_1$  průměr zkoumaného vzorku

$S_2$  průměr zkušebního disku

$S_m$  vypočtená plocha

$S$  plocha měřeného kruhového vzorku [ $cm^2$ ]

$\acute{S}_p$  průměrná plocha průmětů zkoušených vzorků [ $cm^2$ ]

$S_m$  plocha mezikruží (tj. plocha vzorků způsobila ke splývání) [ $cm^2$ ]

$D_d$  dynamický koeficient splývavosti [%]

$S_{max}$  maximum projektované plochy v úhlu otočení

$S_{min}$  minimum projektované plochy v úhlu otočení

$R_0$  poloměr kruhového stojanu

$R_1$  poloměr vzorku látky

$R_d$  poměrná splývavá vzdálenost

$r_f$  poloměr vzorku materiálu před zavěšením

$r_{ad}$  průměrná vzdálenost k okraji splývavé textilie

$r_d$  poloměr disku drapemeteru

$\theta_i$  úhel v  $i$ -tém bodě

$r_i$  poloměr v  $i$ -tém bodě

## Úvod

Tato práce se zabývá analýzou splývavého tvaru textilie při jejím cyklickém namáhání.

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Na začátku je teoretická část věnována splývavosti a jsou zde uvedeny definice splývavosti. V práci následují jednotlivé metody hodnocení splývavosti – především standardní metody hodnocení splývavosti a nestandardní metody hodnocení splývavosti s využitím obrazové analýzy, jejich výhody a nevýhody.

V experimentální části je uveden popis vzorku materiálu, popis přístrojů DLF, dále byly na dvou druzích textilií provedeny série experimentů, kdy na přístroji DLF byly měřeny parametry cyklického namáhání (rychlost pádu a počet cyklů). Tuto část zakončuje analýza výsledků měření pomocí MATLAB a statistické zpracování dat.

Cílem této práce je potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, že výstupy standardní metody splývavých tvarů jsou srovnatelné s nově navrženou dynamickou metodou (tj. opakované cyklické namáhání vzorku).

## **Teoretická část**

### **1. Splývavost**

V současné době se objevuje spousta definic splývavosti. Každý, kdo se zabývá hodnocením splývavosti, definuje splývavost jinak. „*Splývavost je souhrn vlastností plošné textilie, jako vláčnosti, poddajnosti a ohýbatelnosti.*“ [1]

Můžeme nalézt také definici Ing. V. Kovačiča, EUR Ing, z Technické univerzity v Liberci, která nám říká, že „*Splývavost textilie je definována jako její schopnost vytvářet esteticky působící záhyby při zavěšení v prostoru. Tyto záhyby jsou výsledkem prostorové deformace.*“ [2]

V současnosti existuje pro termín „splývavost“ hodně významů. Každý, kdo je s ním spojen, popisuje tento termín různými způsoby. Na základě všech termínů je v této práci splývavost popisována jednoduchými větami. Splývavost je termín, který popisuje, jak textilie visí pod svou vlastní hmotností. Je důležité, jak oblečení vypadá. Vlastnosti závěsu potřebné pro tkaninu se značně liší v závislosti na konečném použití, takže tato hodnota pro splývavost nemůže být klasifikována jako dobrá nebo špatná. Pletené tkaniny jsou poměrně pružné a oblečení z nich vytvořené, bude mít tendenci kopírovat obrysy těla. Tkaniny jsou ve srovnání s pletenou tkaninou poměrně těžké, takže se používají k vytvoření speciálních oděvů, kdy textilie visí z těla a jeho obrysy zakrývá. Měření tkaniny pomocí závěsů je určeno k posouzení její schopnosti toto provést a její schopnost viset v elegantních křivkách.

Vlastnosti, které nejvíce ovlivňují splývavost textilie, jsou:

- vlastnosti přízí a vláken použitých při výrobě textilie: jemnost, počet zákrutů, materiálové složení a další.
- geometrické vlastnosti textilie: tloušťka, vazba, dostava a další.
- mechanicko-fyzikální vlastnosti textilie: tuhost v ohybu, třecí vlastnosti, plošná měrná hmotnost a další. [3]

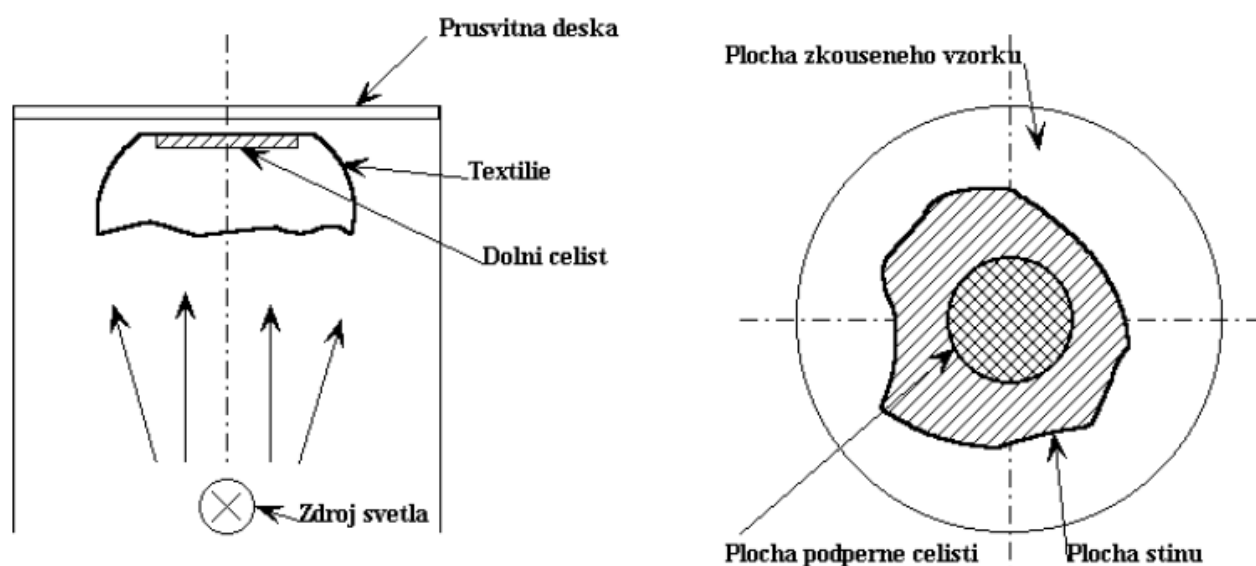
### **2. Metody hodnocení splývavosti**

Hodnocení splývavosti se dělí v souvislosti s charakterem použitých pracovních vzorků. Můžeme ji rozdělit na dvě kategorie. Metodiky měření prováděné na kruhových

vzorcích o větších rozměrech a na nestandardní metodiky, které nejsou tolik náročné na spotřebu materiálu. Jestliže se většinou výsledné hodnoty naměřené z první kategorie metodik vyjadřují v procentech splývavosti, tak výsledné hodnoty druhé kategorie nemusí být vždy získány v procentech splývavosti. Může také být hodnocen splývavý úhel oděvního materiálu.

## 2.1 Metoda stanovení koeficientu splývavosti

Vychází ze změny plochy kruhového vzorku upnutého v kruhové čelisti. Volné okraje vzorku splývají do prostoru. Splývající vzorek se promítne do roviny kruhové čelisti a plocha tohoto průmětu se porovnává s plochou původního vzorku. [2]



Obrázek 1 Tvar splývající plošné textilie a projekce jejího stínu

## 2.2 Měření na kruhových vzorcích (standardní metody hodnocení)

- Měření splývavosti podle Cusicka
- podle normy ČSN 80 0835: *Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem*.
- Měření splývavosti přístrojem F.R.L. drapemeter

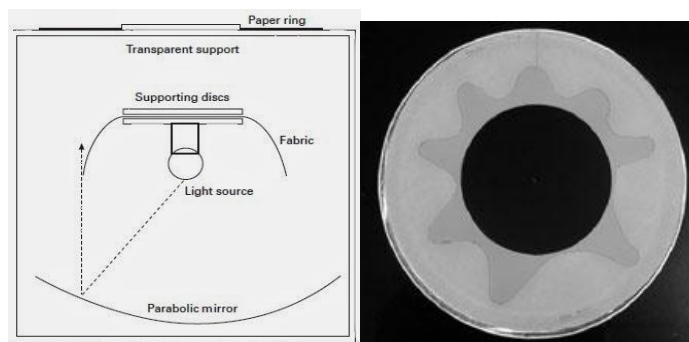
### 2.2.1 Metoda hodnocení pomocí Cusickova drapometru

Cusick přinesl velký přínos pro praktické měření splývavosti tkanin. Vyvinul Cusickův drapemeter, který se stal hojně využívaným přístrojem pro měření splývavosti. Cusick vytvořil v tomto drapametr kruhový vzorek v průměru asi 30 cm, a kruhový kotouč o průměru 18 cm na čítači závěsů. V nepodporovaných záclonách oblastí, za okraji nosného kotouče, které tvoří uspořádání zakrytí tkaniny vzorku. Pro kvantifikaci vazeb tkanin se používá koeficient zakrytí (DC), definovaný jako podíl plochy prstencového kroužku pokrytého vzorkovaným vzorem. Koeficient nízkého zakrytí znamená snadnou deformaci tkaniny a vysoký DC indikuje menší deformaci. Cusick (1968) představil jednodušší metodu výpočtu DC. V této metodě "Se kruhový papír s rozsahem R nachází pod středem testeru. Poté se na papír kreslí obvod stínu přikrývky. Kruh papíru je složen a zvážen, aby získal  $W_1$ . Papír se následně rozřezává podél obvodu stínu a paprsek stínu A se zváží, aby získal  $W_2$ . DC je vyjádřen jako poměr  $W_1$  a  $W_2$ . Koeficient splývavosti  $DC_w$  [%] se dle Cusicka stanovuje podle vztahu (1 a). [4]

$$DC_w = \frac{W_2}{W_1} * 10^2 [\%] \quad (1 \text{ a})$$

kde  $W_1$  - hmotnost kruhu papíru před měřením [g]

$W_2$  - hmotnost vystřiženého průmětu textile z papíru [g]



Obrázek 2 Cusickův drapometr

Takže k této metodě můžeme přiřadit metodu Colliera, který vyvinul modifikovanou verzi měřicího zařízení. Přístroj používá spodní plochu fotovoltaičkových článků k určení množství světla ucpaného vzorkem tkáně, který je umístěn na podstavci. Množství světla absorbovaného fotovoltaičkými články je zobrazeno digitálně, dotykem krytu látky.

### **2.2.2 Podle normy ČSN 80 0835: Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem.**

Podle normy ČSN 80 0835: Ta uvádí, že zkoušení splývavosti plošných textilií se má dělat pomocí průmětu. Pro zkoušení splývavosti existuje několik zkušebních metod. Převážná většina těchto metod je založena na stanovení změny tvaru vzorku při zavěšení v prostoru. Jednou takovou metodou je metoda stanovení koeficientu splývavosti na kruhovém vzorku.

Ke zkoušce je třeba připravit dva kruhové zkušební vzorky o průměru 300 mm. Vzorky nesmí být zmačkané a musí být bez záhybů. Do jejich středu se vysekne kruhový otvor o průměru 10 mm. Zkouška je prováděna na přístroji, který se skládá z válce o průměru 310 mm a výšce 1300 mm. Ve středu válce je nahoře umístěn stojánek o průměru 180 mm. Ve spodní části válce je kruhovitě umístěno osvětlení. Horní část válce je zakončena přiloženou deskou z organického skla.

Před zahájením zkoušky se zkušební vzorky klimatizují v běžném zkušebním ovzduší. Potom se vzorek umístí středovým otvorem na čep ve středu stojánku, na vzorek se přiloží deska z organického skla a ta se přikryje průsvitným papírem. Po zapojení osvětlení se na průsvitný papír zakreslí obrys průmětu vzorku. Stejným způsobem se zkouší i druhý vzorek.

Zakreslená plocha průmětů obou vzorků se zjistí planimetrováním, které se u obou vzorků provede oběma směry. Z těchto čtyř získaných údajů průmětů ploch se vypočítá aritmetický průměr.

[2]

Splývavost se vypočítá podle vzorce

$$S = \frac{A - \bar{A}_p}{A_m} * 100$$

kde S je splývavost (%)

A-plocha zkoušeného vzorku, tj.  $706,9 \text{ cm}^2$

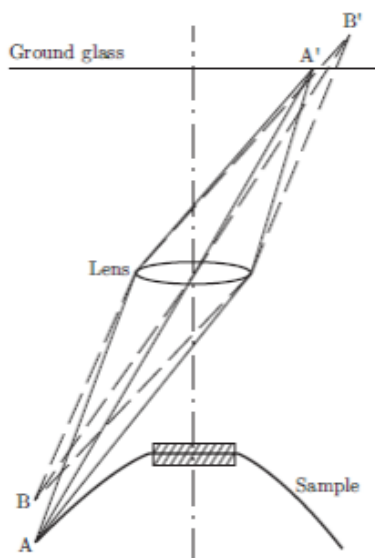
$\bar{A}_p$ - průměrná plocha průmětů zkoušených vzorků ( $\text{cm}^2$ )

$A_m$ - plocha mezikruží, tj. plocha vzorků způsobila ke splývání ( $452,4 \text{ cm}^2$ )

### 2.2.3 Měření splývavosti přístrojem F.R.L. drapemeter

Drapemetry, které dokázaly měřit pouze ve dvou směrech, nebyly spolehlivými přístroji pro měření splývavosti. V důsledku tohoto nedostatku byl pracovníky z Fabric Research Laboratories v Massachusetts představen nový optický přístroj, F.R.L. drapemeter, jež umí měřit ve třech směrech. Splývavost je měřena kvantitativním způsobem, díky čemuž jsou ukázány významné anizotropní vlastnosti zkušebních vzorků.

Nově představený přístroj F.R.L. drapemeter je optický přístroj, který testuje textilní vzorek sevřený mezi dvěma vodorovnými deskami (disky). Kruhové disky jsou připevněny na pohyblivém podstavci (pohyb směrem nahoru a dolů) a umístěny tak, aby se disky nemohly dotknout základny přístroje. Nad kruhovými disky je umístěna vrstva broušeného skla, na kterou je promítnut, prostřednictvím systému čočky, obraz stínu splývavého textilního vzorku. Z vrstvy skla se vzniklá plocha obkreslí na papír. Schéma F.R.L. drapemeteru je znázorněno na obr. 3. Metodou planimetrování se změří plocha průmětu, ze které se vypočítá koeficient splývavosti.



Obrázek 3 Schéma F.R.L. optického drapemeteru [3].



### **Princip měření na F. R. L. Drapemeteru**

Přístroj se skládá ze sférického dutého zrcadla, bodového zdroje světla, který je umístěn tak, aby vznikl rovnoběžný světelný svazek, ze dvou kruhových čelistí stejného průměru, mezi něž se upíná vzorek, z průhledného prstencového podstavce a skleněné desky. Vzorek se upevní mezi čelisti v poloze, kdy je dolní čelist v rovině s podstavcem. Poté se čelisti zdvihnou do horní polohy a vytvoří se tak samovolně záhyby.

Stín vzorků se promítne skrz průhledný prstencový podstavec drapemetry na skleněnou desku až na horizontální stůl pod touto skleněnou deskou. Obrys stínu se pak obkreslí manuálně a plocha průmětu se zjistí planimetrováním.

Obvykle jsou používány vzorky plošné textilie o průměru 300 mm a rozměr čelistí o průměru 180 mm. Lze se ale setkat i s průměry 25,4 mm a průměrem čelistí 12,7 mm, které ve svém výzkumu použil se svými kolegy Mizutani a Morooka.

Hu a Chan a ve své studii uvedli možnost použití třech velikostí poloměrů u zkoumaných vzorků. Pro velmi splývavé látky, které mají koeficient splývavosti menší než 30 %, poloměr 12 cm, pro středně splývavé látky 15 cm a pro velmi tuhé látky, které mají koeficient splývavosti 85 %, poloměr 18 cm. Podle Cusika je kombinace poloměrů vzorků 15 cm a poloměru podpěrného disku 9 cm vhodná pro širokou škálu oděvních tkanin. Aby bylo možno porovnávat jednotlivé tkaniny mezi sebou zvolili Hu a Chan ve svém experimentu vzorky o velikosti v průměru 15 cm pro všechny tři typy tkanin. [3]

### **2.3 Nestandardní metody hodnocení splývavosti**

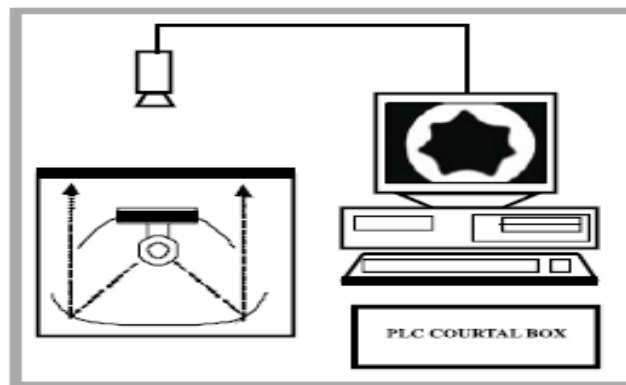
Nestandardní metody hodnocení splývavosti jsou alternativní metody, které většinou doplňují metody standardní. Vyznačují se netradičním způsobem měření. Jsou to například metody:

- Obrazová analýza
- Metodika pomocí obrazové analýzy – softwarem LUCIA
- Měření splývavosti dynamicky
- Měření splývavosti přes ostrý roh
- 

### 2.3.1 Obrazová analýza

Tato metoda je do jisté míry podobná standardním metodám s takovým rozdílem, že hodnocení splývavosti obrazovou analýzou je vývoj v oblasti měření splývavosti s využitím technik analýzy obrazu. V metodě instalační analýzy obrazu (obrázek) je připojena digitální kamera k testeru závěsu pro zachycení snímků pro zavěšené vzorky. Pomocí počítačového softwaru byly vytvořeny podrobné údaje, jako jsou parametry tvaru závěsu a statistiky, včetně amplitudy vlny zakrytí, vlnové délky a počtu uzlů a je vypočtena z profilu splývavosti.

Kromě toho umožnila výzkumníkům provádět výzkum, jako je například závislost tkáně na čase od několika minut až po několik hodin, a vyšetřovat nestabilitu a četnost splývavosti. Studie vztahu mezi rychlostí otáčení zkušební tkáně a její splývavostí byla omezena bez použití metody analýzy obrazu.



Obrázek 4 Analýza obrazu s pomocí počítače

Několik vědců zkoumalo vztah mezi tradičními metodami stříhání a vážení (konvenční) a obrazovou analýzou pro měření splývavosti. Vangheluwe a Kiekens (1993) objevili, že neexistují žádné významné rozdíly v efektivitě splývavosti, počítané pomocí konvenčních technik analýzy obrazu, a dokonce naopak že metoda analýzy obrazu má

několik výhod oproti způsobu řezání a vážení, protože první trvá méně času, bez ohledu na obsluhu a méně disperze, což znamená, že bývá přesnější. [5]

### 2.3.2 Metodika pomocí obrazové analýzy – softwarem LUCIA

Princip: Ve své podstatě, jde o dokonalejší způsob první metody zjišťování splývavosti průmětem, při využití umělého vytvoření splývajících záhybů opět přes kruhovou podložku o průměru 300 mm. Vzorek splývající plošné textilie je upnutý mezi dvěma kruhovými podložkami, většího a menšího průměru, a je umístěn na zařízení, které je spuštěno, pomocí automatického ovládání přístroje, do prostoru, čímž následně vznikne stín (průmět) splývané textilie nasvícením od zdroje světla umístěném v dolní části zařízení. Princip spočívá v počítačovém vyhodnocení digitálního obrazu splývajícího průmětu plošné textilie sejmutého digitální kamerou, popř. fotoaparátem nebo scannerem. Se získaným obrazem, který je rozdělen na jednotlivé body (pixely) lze pracovat přímo ve formátu \*.jpg, nebo jen v program LUCIA, který jej převede na grafický soubor \*.lim. Tato metodika se dá označit za finančně nákladnější, kvůli potřebnému výkonnějšímu počítačovému vybavení a snímací technice (kameře). Výhodou je časová nenáročnost při pořizování obrysu i následného zjištění hodnoty snímané plochy obrysu. Dále můžeme vyzvednout fakt, že metodu lze jednoduše opakovat, přizpůsobovat potřebám snímaného objektu a nedochází k destrukci měřeného vzorku plošné textilie. [6]

Vzorec pro výpočet:

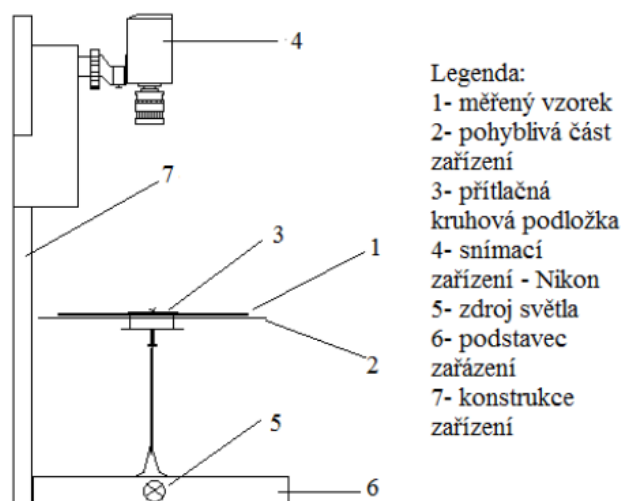
$$X = \frac{S - \acute{S}_p}{S_m} * 100 [\%]$$

kde S – plocha měřeného kruhového vzorku [ $cm^2$ ]

$\acute{S}_p$  - průměrná plocha průmětů zkoušených vzorků [ $cm^2$ ]

$S_m$ - plocha mezikruží (tj. plocha vzorků způsobilá ke splývání) [ $cm^2$ ]

Schéma zařízení:



Obrázek 5 Schéma zařízení pro obrazovou analýzu na KOD

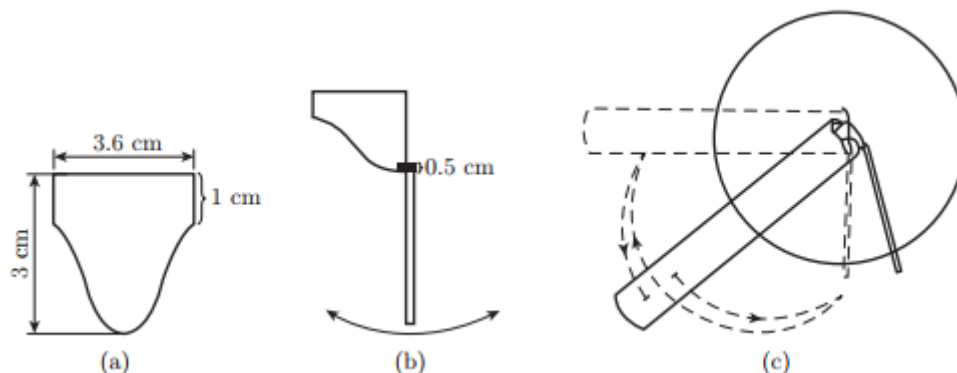
### 2.3.3 Dynamická splývavost

Vědci v oblasti splývavosti se zajímali o získání splývajících hodnot, které korelují se skutečnou textilní splývavostí a pohybem. Různé tkaniny mají při stahování podobné statické chování, přičemž se liší dynamickým chováním splývavosti. Dynamická splývavost představuje skutečný výkon tkanin a pomáhá při textilním šití a designu, při dynamickém splývavém chování materiálů.

Ranganathan et al. bylo použito dynamické přístroje pro měření splývavosti látky (obr. 5). Zkušební postup byl založen na tvaru a rozměrech vzorku na základě chování ohybu a tvaru skutečných záhybů, čímž se vytvořila splývavost látky. Vzorek byl v přístroji upnut jehlou a ramenem a použit k otáčení vzorku. Pohyb ruky i odezvy jehly (vzorku) byl zaznamenán pomocí úhloměru pro získání diagramu hystereze. Maximální hodnota pro otáčku  $45^\circ$  a oblast hysterezní smyčky byla použita jako parametr pro chování splývavosti (obr. 6)



Obrázek 6 Obrys vzorku na vertikálně splývající látku



Obrázek 7 a) rozměry vzorků, b) zavěšená jehla na vzorku, c) vzorek instalovaný na

Objevilo se ale také několik vědců, kteří se zapojili do výzkumu dynamického splývavého chování materiálů. Matsudaira, Yang, Qin a Yan z Univerzity Kanazawa v Japonsku prodiskutovali různé aspekty dynamické splývavosti.

V práci vědci Yang a Matsudaira (1999, 2000) definují rotující DC. Otáčky vzorků tkáně zvyšují poměr splývavosti. V závěrečném článku série Yang a Matsudaira (Yang and Matsudaira, 2001) definovali dynamický DC s kyvadlovým pohybem (Dd), který je považován za podobný pohybu lidského těla při chůzi. Ze základních mechanických parametrů tkání získali regresní rovnici.

Testovací zařízení postavené pro měření dynamické splývavosti tkaniny zahrnuje kruhový otočný obousměrný opěrný sloupek. Vzorek se otáčí rychlostí 100 otáček za minutu po dobu 1 minuty, následně jsou dvourozměrné obrazy nepřetržitě fixovány v intervalu 1/30 s použitím systému pro analýzu obrazu. Pro určení stejnosměrného proudu se snímek pořízený kamerou s nábojem (CCD) umístí na rovinu snímku o rozměrech 512 x 512 pixelů a vypočítá se předpokládaná plocha. Z naměřené oblasti se vypočítá dynamický DC. Dynamický DC (Dd) - jedná se o změnu tvaru závěsu tkání v kývavém pohybu. Je-li Dd velký, tvar závěsu se snadno mění pomocí malých sil, jako je lehký vítr nebo houpavý pohyb lidského těla.

$$D_d = [S_{max} - S_{min}] / [\pi R_1^2 - \pi R_0^2] * 10^2$$

kde je  $D_d$ - dynamický DC

$S_{max}$ - maximum projektované plochy v úhlu otočení

$S_{min}$  - minimum projektované plochy v úhlu otočení

$R_0$  - poloměr kruhového stojanu

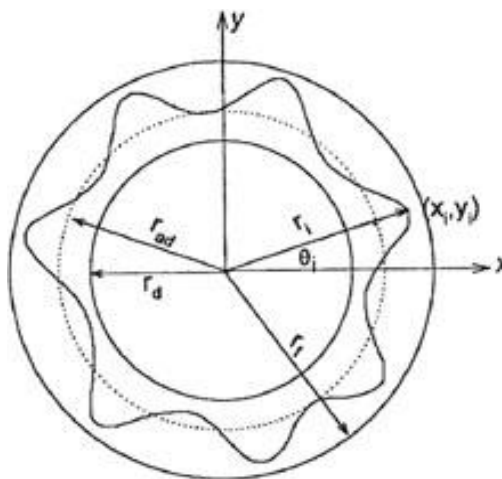
$R_1$  - poloměr vzorku látky

### 2.3.4 Měření splývavosti přes ostrý roh

Metoda je založena na hodnocení splývavého úhlu tkanin ohybem proměřovaných vzorků přes ostrý roh ( $90^\circ$ ) horizontálního měřicího stolu v důsledku jejich vlastní váhy. Čtvercový vzorek tkaniny při ohybu přes ostrý roh vytváří šikmou ostrou a rovnou hranu, jejíž odklon od horizontální roviny je měřen. Tento odklon do jisté míry nezávisí na délce této hrany. Hledanou veličinou je pak sinus úhlu  $\varphi$  vzniklého mezi splývavou hranou a horizontální rovinou. [10]

### 2.3.5 Poměrná splývavá vzdálenost

Další metodu zvanou „poměrná splývavá vzdálenost“ objevil Jeong v roce 1998. Navrchoval ji jako alternativu ke koeficientu splývavosti. Hodnota poměrné splývavé vzdálenosti se zvyšuje, pokud je textilie flexibilnější, což je inverzním koeficientem splývavosti, u kterého s flexibilnější textilií hodnota koeficientu splývavosti klesá.



Obrázek 8 Definice poměrné splývavé vzdálenosti  $R_D$

Na obr. 8 jsou zobrazeny parametry poměrné splývavé vzdálenosti. Pro výpočet  $R_d$  můžeme použít následující vztah:

$$R_d = \left[ \frac{(r_f - r_{ad})}{(r_f - r_d)} \right] * 100 [\%]$$

kde je  $r_f$  - poloměr vzorku materiálu před zavěšením

$r_{ad}$  - průměrná vzdálenost k okraji splývavé textilie

$r_d$  - poloměr disku drapemeteru

$\theta_i$  - úhel v *i-tém* bodě

$R_d$  - poměrná splývavá vzdálenost

$r_i$  - poloměr v *i-tém* bodě. [5], [8]

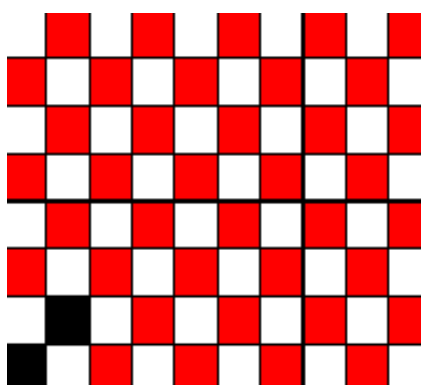
### 3. Experimentální část

#### 3.1 Materiály použité na experiment.

Materiály, které byly použity v experimentální části této bakalářské práce, poskytla Katedra hodnocení textilií. Jde o tkaniny se vzorem káro, se stejnou vazbou, které se používají pro výrobu na sukně, saka, vesty a jiné konfekční oděvy. Parametry materiálu jsou uvedeny v tabulce 1 a v tabulce 2.

*Tabulka 1 Parametry materiálu*

Číslo tkaniny 1		
Plošná hmotnost	170	$g/m^2$
Dostava osnova	150	$n/dm$
Dostava útek	180	$n/dm$
Vazba	plátno	
Materiál	kašmír	
Plocha	352,4	$cm^2$

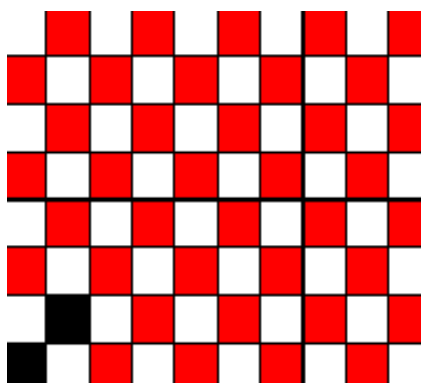


*Obrázek 9 Vazba tkaniny*



Tabulka 2 Parametry materiálu

Číslo tkaniny 2		
Plošná hmotnost	185	$g/m^2$
Dostava osnova	210	$n/dm$
Dostava útek	200	$n/dm$
Vazba	Plátno	
Materiál	100 % vlna	
Plocha	403,2	$cm^2$



Obrázek 10 Vazba tkaniny

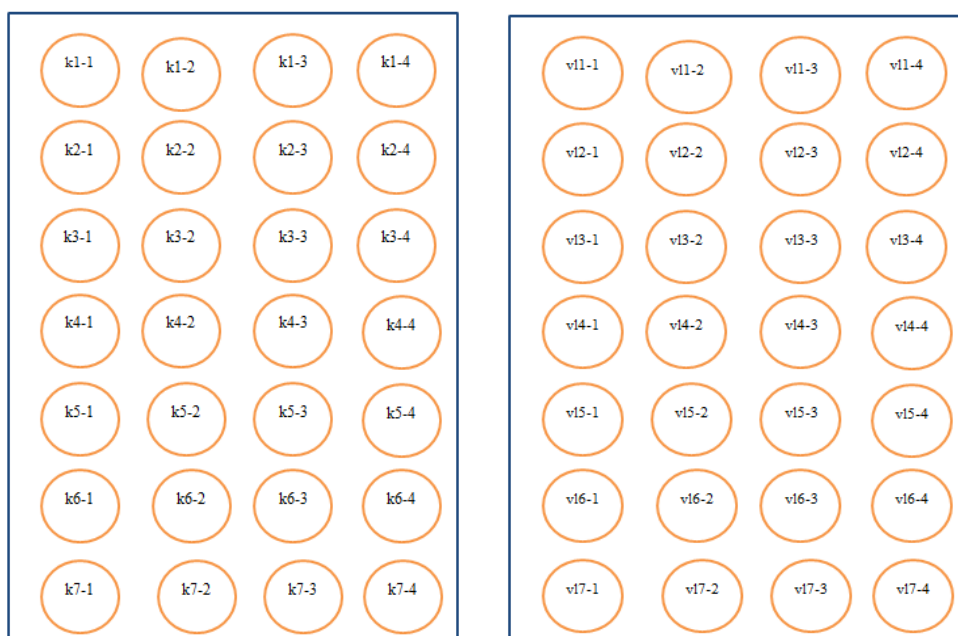
## Příprava materiálu před samotným experimentem

### Příprava vzorku

Základem pro zahájení měření splývavosti na drapametri je příprava vzorku. Nejdříve bylo připraveno 30 vzorků z kašmíru a 30 vzorků z vlny. Plošná textilie, ze které vzorky odebíráme, musí být bez viditelných vad, (nerovnoměrnost vybarvení textilie, zatržené nitě v ploše textilie, nestejnoměrnost nití vzniklá při tkaní apod.) což eliminujeme již při jejím pořizování. Před odebráním vzorků je třeba textilií vyžehlít a tím zamezit případnému srážení při měření (důležité spíše provést před měřeními, kdy pracovní vzorky

podléhají vlivu určitých teplotních zátěží), čímž následně získáme rovné vzorky bez zmačkání a záhybů.

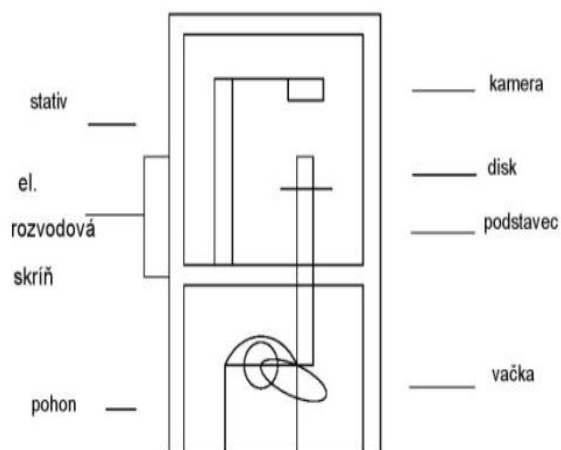
Od každého celého vzorku tkaniny bylo nastříháno třicet vzorků, o průměru 300 mm s prostřihem uprostřed na šroub. Šablona byla položena na textilií, obkreslena a vystřížena nůžkami, a každý textil byl krátce označen (viz obr. 8). Ve středu vzorků byl vyseknut kruhový otvor o průměru 10 mm. Každý vzorek byl vyžehlený a nepoškozený.



Obrázek 11 Příprava a popsání vzorků.

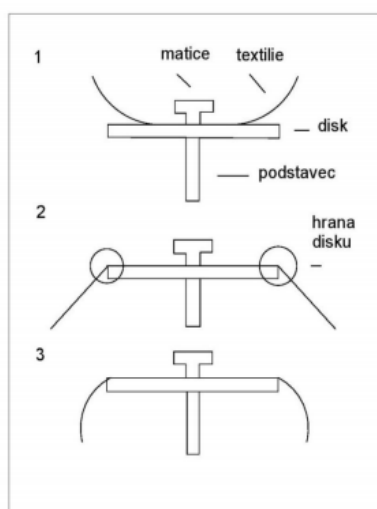
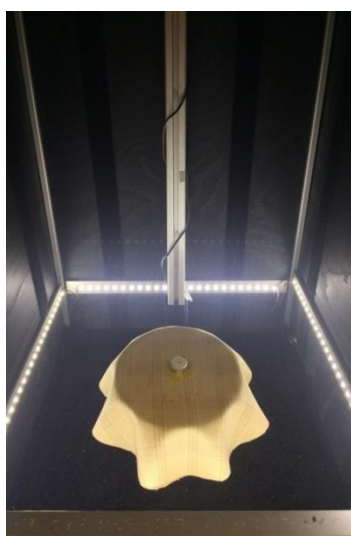
### 3.2 Princip měření

Po přípravě vzorku můžeme provádět měření na drapametru. Pro tento výzkum bylo použito nové zařízení založené na metodě analýzy Cusicka s pomocí obrazové analýzy. Tento drapametr byl vyroben ručně na katedře hodnocení textilií. Splývavost laboratorních vzorků byla měřena na drapametru s využitím obrazové analýzy, pro snímání a vyhodnocení obrazu průmětu splývající textilie. Za pomoci obrazové analýzy, která slouží pro digitální zpracování a měření plochy průmětu, se následně porovnává s plochou původního vzorku. Plocha průmětu je vlastní vyobrazení stínu splývající textilie, která je podsvícena ze všech stran kruhovou čelistí. Uvnitř drapametru jsou umístěny na každé straně boční panely světla. Obrazová analýza je založena na zachycení obrazu digitální fotokamerou a převedením obrazu do počítače v digitální podobě.



Obrázek 12 Přístroj Drapametr LF

Měřený vzorek je položen na pohyblivou část zařízení, na kterém je kruhová podložka o průměru 180 mm. Vzorek je na ni položen a upevněn pomocí šroubu. Má být dbáno na správné položení vzorků dle naznačeného směru osnovy.



Obrázek 13 Chování textilie na disku

Poté se nastaví zařízení, které se nachází na spodní části drapametru tak, aby se vzorek o nic neopíral a volně splýval. Pro měření byla použita výška pádu vzorku o 20,5 cm a 11,5 cm. A rychlosti pádu 2,01 [m/s] a 1,43 [m/s], která byla spočítána ze vztahu pro výpočet rychlosti volným pádem.

### Výpočet rychlosti pádu disku.

$$U = \sqrt{2hg}$$

Tabulka 3 Výpočet rychlosti

Délka zdvihu	Rychlost (výsledek)
11,5 cm	1,43 m/s
20,5 cm	2,01 m/s

kde je

h – výška pádu

g – tíhové zrychlení

Na straně drapametru je připojen přístroj C.N.T, který slouží pro hlavní funkce, na kterém byl nastaven počet měření. Za prvé byl každý vzorek z kašmíru a z vlny naměřen z výšky pádu o 20,5 cm, počtem cyklů 50krát. A poté pokračuje série experimentů stejně, ale o výšce pádu 11,5 cm. Spadnutím se vytvořily záhyby, a to bez zásahu experimentátora. Po spadnutí disku do základní polohy byl pořízen snímek. Nasnímaný obraz byl na monitoru počítače zmrazen a vyhodnocen v programu Matlab. Následně byla vypočítána plocha, obvod a počet laloků splývavého tvaru.

### 3.3 Provedené experimenty

Cílem experimentu bylo zjistit, zda platí hypotéza, že jsou výstupy standardní metody splývavých tvarů srovnatelné s nově navrženou dynamickou metodou (tj. opakované cyklické namáhání vzorku).

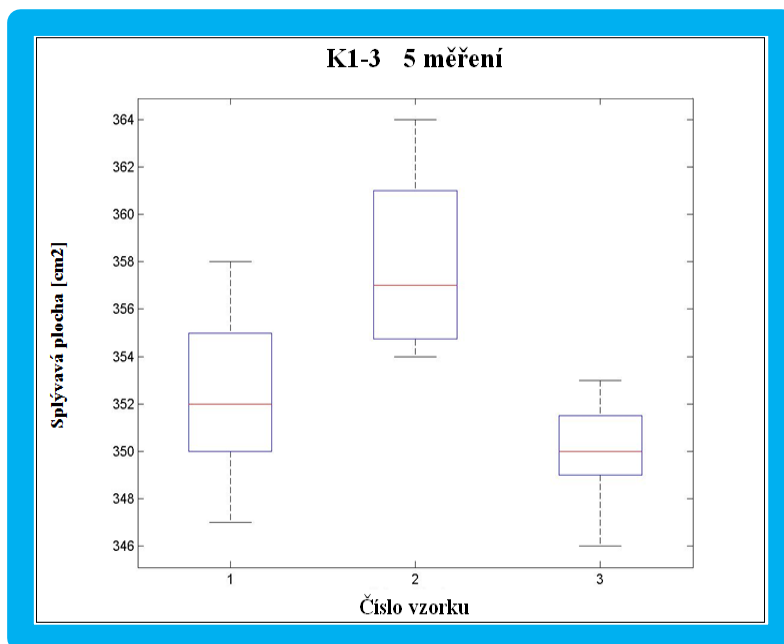
Všechna měření byla provedena ve dvou rychlostech a v různých výškách pádů (tj. 1,43 m/s o výšce 11,5 cm a 2,01 m/s s výškou pádu 20,5 cm).

### **V experimentu byly provedeny čtyři způsoby měření.**

1. Byla proměřena kombinace ze tří kašmírových K1-3. Každý vzorek byl postupně, pětkrát za sebou, položen na disk. Získali jsme pět splývavých tvarů od jednoho vzorku, tj. celkem patnáct splývavých tvarů z kašmíru.
2. Byla proměřena kombinace ze tří vlněných vzorků VL1-3, také pětkrát za sebou. Celkem patnáct splývavých tvarů z vlny.
3. Byla proměřena kombinace tří kašmírových vzorků K1-3, a to pětsetkrát za sebou, tj. celkem tisíc pět set splývavých tvarů.
4. Byla proměřena kombinace tří vlněných vzorků VL1-3, pětsetkrát po sobě. To je celkem tisíc pět set splývavých tvarů.

### **5 měření vzorků K1-3**

Vzorky z kašmíru K1-3 byly naměřeny postupně za sebou. Vzorky byly položeny na podstavec a následně vyfotografovány. Tento postup byl na každém vzorku realizován pětkrát za sebou. Splývající plocha byla vyfotografována a přenesena do počítače, kde byla pomocí programu Matlab vyhodnocena.

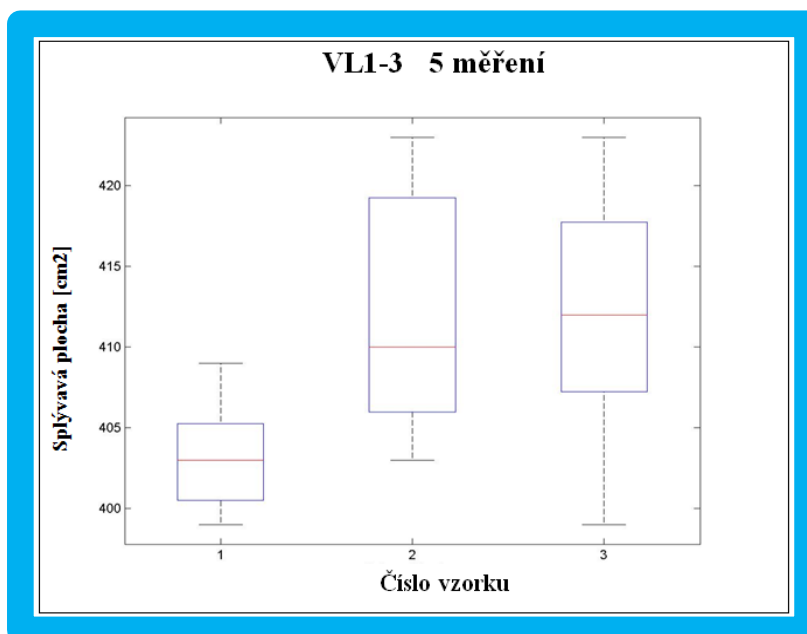


Graf 1 : K1-3 5 měření

Na grafu č.1, jsou graficky znázorněny intervaly naměřených hodnot a průměry hodnot měření jednotlivých vzorků. Na grafu lze vidět, že vzorky leží v různých intervalech, dolní hranice všech vzorků leží u  $346 \text{ cm}^2$  a horní hranice u  $364 \text{ cm}^2$ . Rozdíl je tedy  $18 \text{ cm}^2$ . U různých vzorků jsou intervaly jednotlivých měření rozdílné. U vzorku K1 je maximální interval  $11 \text{ cm}^2$ . Naopak je tomu například u vzorku K3, jímž naměřené hodnoty leží v intervalu  $7 \text{ cm}^2$ . U vzorku K2, je interval okolo  $10 \text{ cm}^2$ .

### 5 měření vzorků VL1-3

Vzorky VL1-3 byly položeny na podstavec, vysunuty směrem nahoru a spuštěny směrem dolů. Na každém vzorku byl tento proces pětkrát opakován. Po každém spuštění byl vzorek vyfotografován a fotografie splývavé plochy přenesena do počítače, kde byla vyhodnocena v programu Matlab.

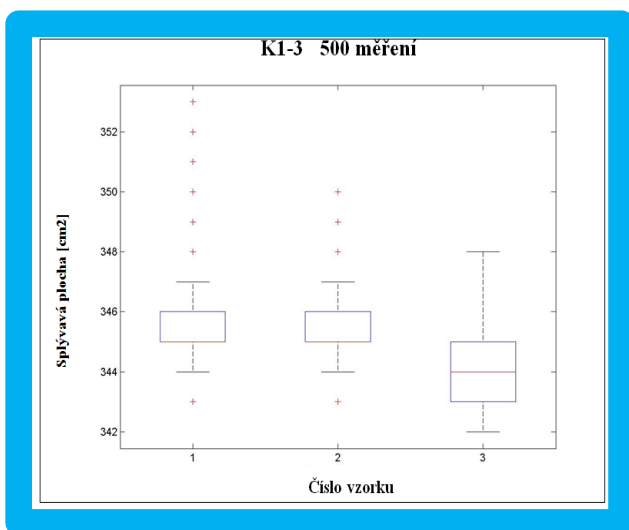


Graf 2 :VL1-3 5 měření

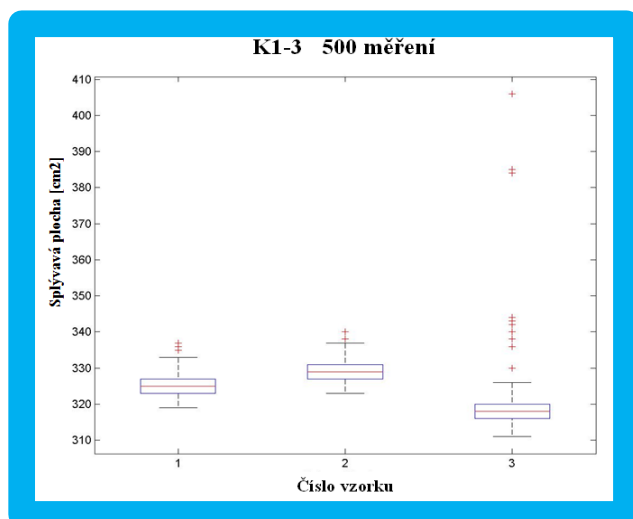
Na grafu č.2, jsou graficky znázorněny intervaly naměřených hodnot a průměry hodnot měření jednotlivých vzorků. Na tomto grafu můžeme vidět, že dolní hranice všech vzorků leží v intervalech okolo  $398 \text{ cm}^2$  a horní v intervalech  $424 \text{ cm}^2$ .

### 500 měření vzorků K1-3

Vzorky K1-3 byly položeny na podstavec a stejným způsobem jako předchozí měření pokračuje i toto. Na každém vzorku byl tento proces opakován pětsetkrát. Splývající plocha byla vyfotografována a s pomocí programu Matlab byla přenesena do počítače. Měření se konalo ve dvou rychlostech. První rychlost byla 1,43 m/s a druhá rychlost byla 2,01 m/s. Pro toto měření bylo získáno 1500 fotografií splývajících tvarů tří vzorků, a ještě tisíc pět set fotografií vyfotografovaných v jiné rychlosti.



Graf 3 : K1-3 500 měření



Graf 4 : K1-3 500 měření v jiné rychlosti

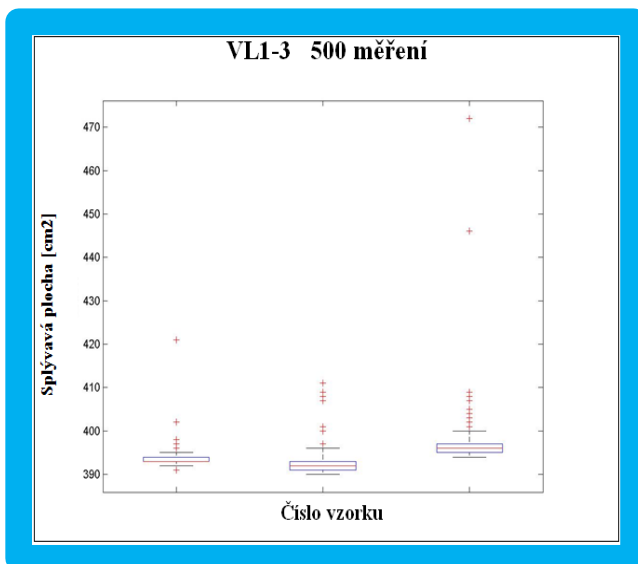
Na grafu č.3, lze vidět, že výsledky K1 a K2 jsou téměř stejné, leží v intervalech  $344 \text{ cm}^2$  do  $347 \text{ cm}^2$ . A vzorek K3 v intervalu  $342 \text{ cm}^2$  do  $348 \text{ cm}^2$ . Spodní hranice všech vzorků leží v intervalech okolo  $342 \text{ cm}^2$  a horní v intervalech  $348 \text{ cm}^2$ .

Na grafu č.4, leží vzorek K1 v intervalu okolo  $318 \text{ cm}^2$ – $335 \text{ cm}^2$ . Vzorek K2 v intervalech  $323 \text{ cm}^2$  do  $338 \text{ cm}^2$ , a K3 v intervalu  $310 \text{ cm}^2$  do  $328 \text{ cm}^2$ . Spodní a horní hranice všech vzorků leží v intervalech  $310$ – $338 \text{ cm}^2$ .

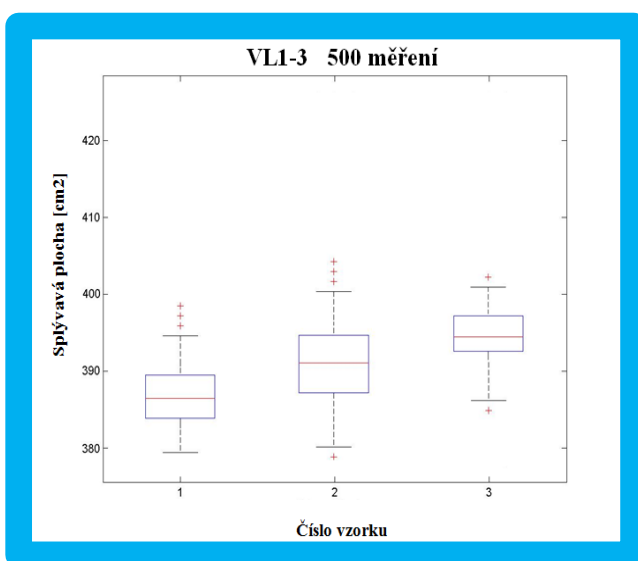
### 500 měření vzorků VL1-3

Vzorky VL1-3 byly naměřeny postupně. Vzorek byl položen na podstavec a znovu vyfotografován. Na každém vzorku byl tento postup proveden pětsetkrát po sobě.





Graf 5 : VL1-3 500 měření



Graf 6 : VL1-3 500 měření v jiné rychlosti

Na grafu č.5, jsou zachyceny intervaly měření. V grafu lze vidět, že výsledky všech vzorků leží v intervalech 390-400 cm<sup>2</sup>. Vzorek VL1 v intervalu 391-395 cm<sup>2</sup>. Vzorky VL2 a VL3 leží v intervalech 390-396 cm<sup>2</sup> a 395-400 cm<sup>2</sup>.

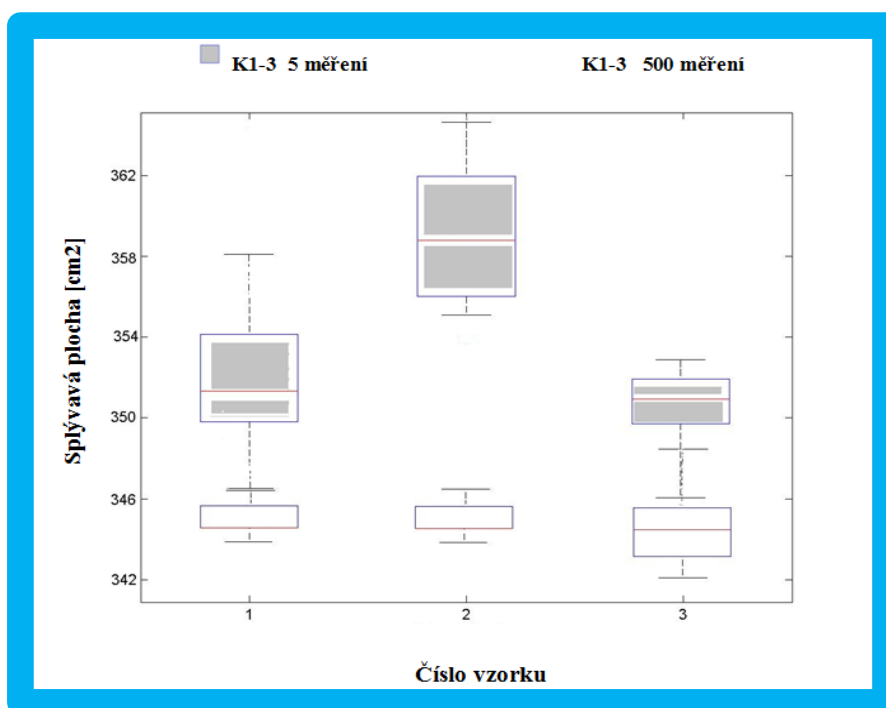
Z grafu č.6, můžeme určit, že dolní hranice všech vzorků leží v intervalech okolo 380 cm<sup>2</sup> a horní v intervalech 404 cm<sup>2</sup>.

## Porovnání splývavých ploch ve dvou způsobech měření (pět položek oproti pětseti opakovaným namáháním)

Hlavním cílem této práce bylo ověřit, nebo naopak vyvrátit, zda platí hypotéza, že jsou výstupy standardní metody a nová dynamická metoda srovnatelné.

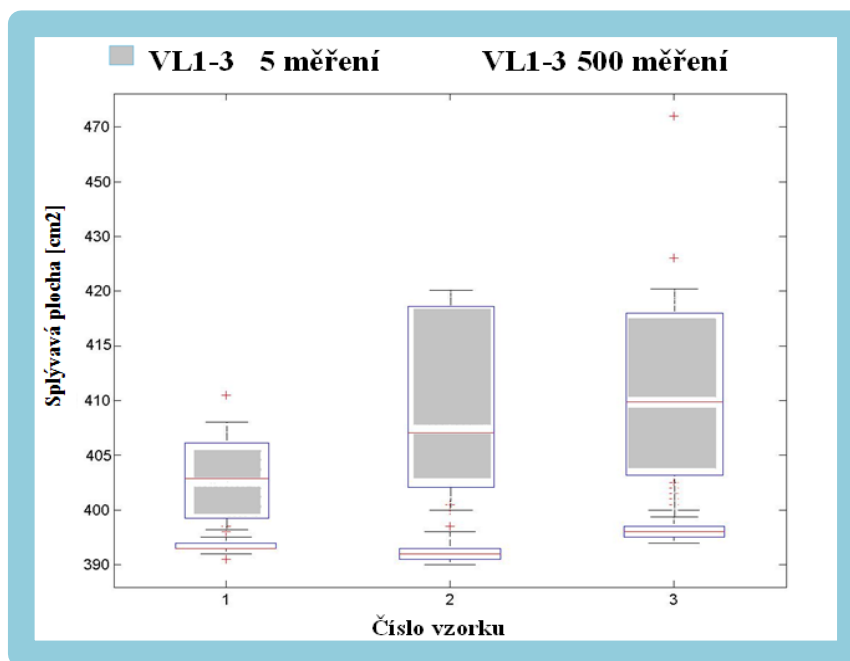
Na grafech č.7 a č.8 jsou zachyceny hodnoty splývajících ploch pomocí dvou metod. Měřením pomocí standardní metody byly nalezeny hodnoty, tj. získané hodnoty měřením pěti vzorků za sebou. Poté byly získány hodnoty měřením pomocí nové dynamické metody, která spočívala v tom, že každý ze tří vzorků byl naměřen 500krát.

Z výsledků lze vidět, že výsledky standardní metody a nové dynamické metody se příliš neliší. Na grafu č.7 lze vidět, že dva vzorky ze tří se překrývají a rozptyl naměřených hodnot dvěma metodami je nepatrně odlišný. Průměrné hodnoty pěti měření na tři vzorky jsou 353,6 cm<sup>2</sup>. Průměrné hodnoty pro měření 500 pádů jsou 345,3 cm<sup>2</sup>. Rozptyl intervalů naměřených hodnot tří vzorků standardní metodou je 346-364 cm<sup>2</sup>. A rozptyl intervalů dynamickou metodou 342-348 cm<sup>2</sup>.



Graf / K1-3: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření.

Na grafu č. 8 můžeme pozorovat, že dva vzorky ze tří se překrývají. Průměrné hodnoty pěti měření na tři vzorky vyšel 409,5 cm<sup>2</sup>. Průměrné hodnoty pro 500 pádů jsou 394,3 cm<sup>2</sup>. Rozptyl intervalů naměřených hodnot standardní metodou je 398 cm<sup>2</sup>–424 cm<sup>2</sup>. Novou dynamickou metodou 390 cm<sup>2</sup>–400 cm<sup>2</sup>.



Graf 8 VL1-3: Porovnání splývacích ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření

Dále začneme pracovat s hypotézou, pro jejíž potvrzení či vyvracení je použit jako příklad vzorek K1. Z grafu č.7 je patrné, že doposud standardně užívaná metoda má rozptyl hodnot průměru měření v intervalu 11 cm<sup>2</sup>, zatímco hodnoty nové dynamické metody měření splývavosti leží v intervalu 3 cm<sup>2</sup>.

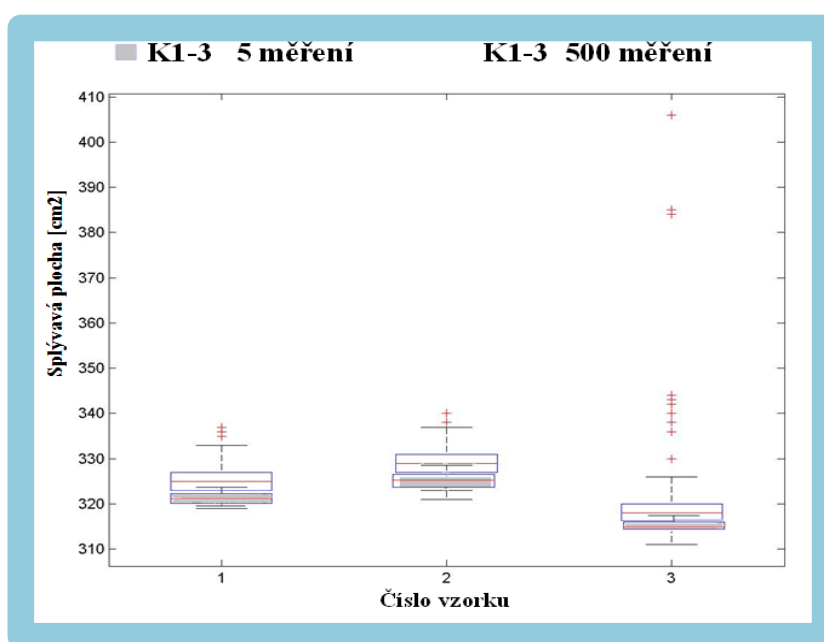
Pro jiný typ tkaniny byl vybrán vzorek VL1. V grafu č.8 můžeme vidět, že rozptyl hodnot průměru měření standardní metodou vyšel v intervalu až 11 cm<sup>2</sup>. U dynamické metody leží hodnoty měření splývavosti v intervalu 4 cm<sup>2</sup>. U tohoto vzorku nové dynamické metody se interval naměřených hodnot ve srovnání vzorku K1 rozšířil, ale tato metoda je stále přesnější než doposud užívaná metoda standardní.

Výsledkem měření bylo potvrzení hypotézy, že výstupy standardní metody splývacích tvarů jsou srovnatelné s nově dynamickou metodou (tj. opakované cyklické

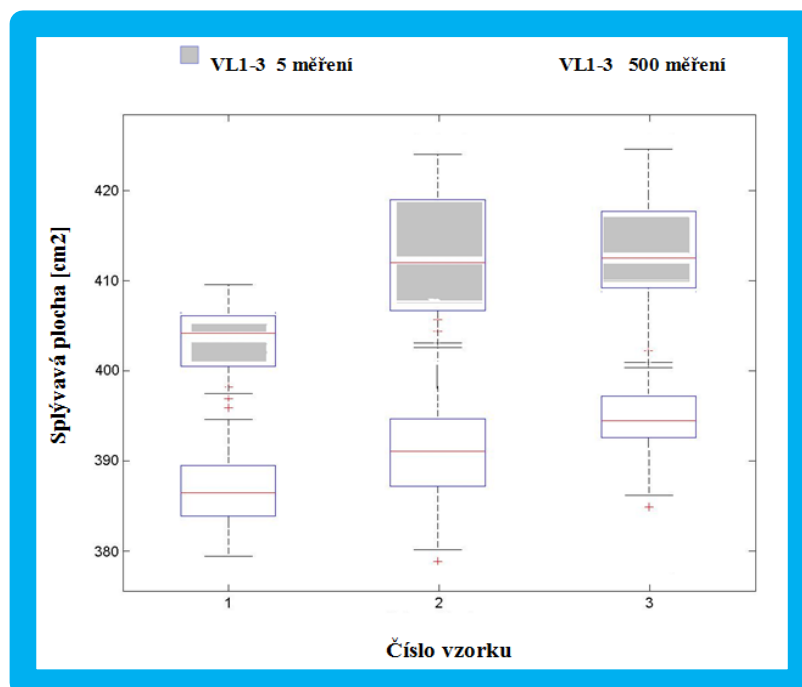
namáhání vzorku). Obě měření a jeho hodnoty leží v malém intervalu, a lze konstatovat, že výsledek měření nové dynamické metody má pro nás více uspokojivé výsledky.

Ještě byl proveden experiment na porovnání standardní metody a nové dynamické metody při jiné rychlosti. Cílem následujícího experimentu bylo porovnat výsledky.

Na grafu č. 9 jsou zaznamenány průměry hodnot pro 5 měření a 500 měření v jiné rychlosti. Intervaly se u všech vzorků překrývají, což je možné vidět na grafu. Rozptyl průměrné hodnoty pro pět měření je  $353,6 \text{ cm}^2$ . Rozptyl průměrné hodnoty měření splývavosti pro 500 měření je  $325,3 \text{ cm}^2$ . Z grafu je patrné, že standardně užívaná metoda má rozptyl hodnot průměru měření v intervalu  $11 \text{ cm}^2$ . Hodnoty nové dynamické metody měření splývavosti leží v intervalu  $17 \text{ cm}^2$ .



Graf 9 K1-3: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření (jiná rychlost)

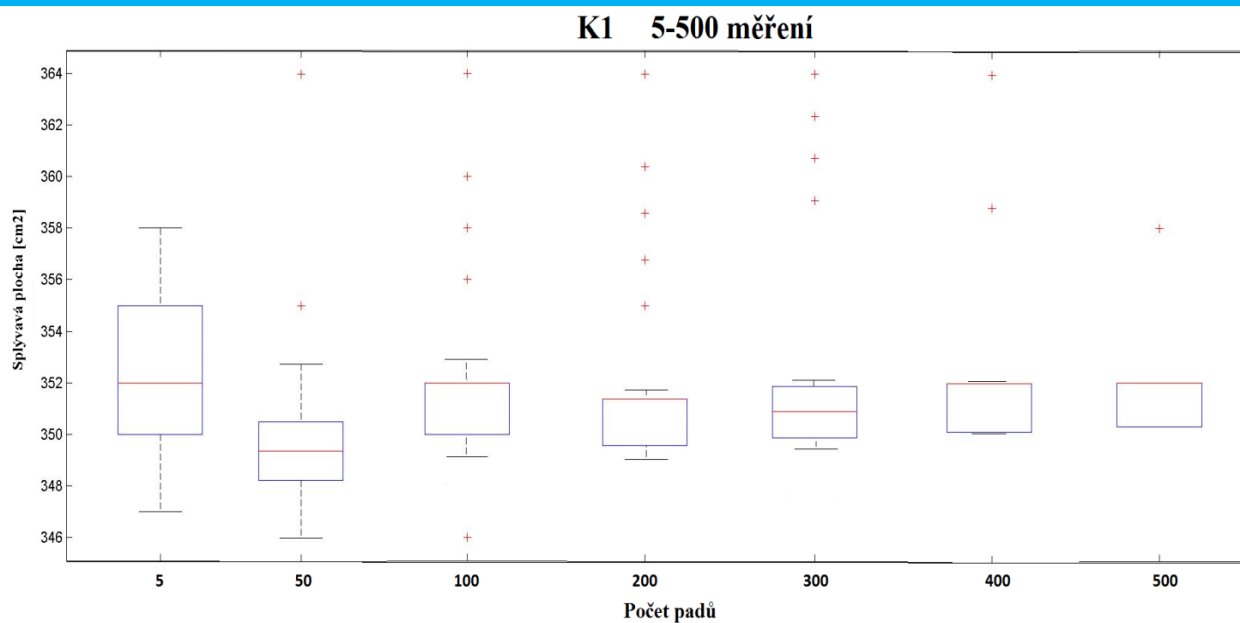


Graf 10 VL1-3: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření (jiná rychlost)

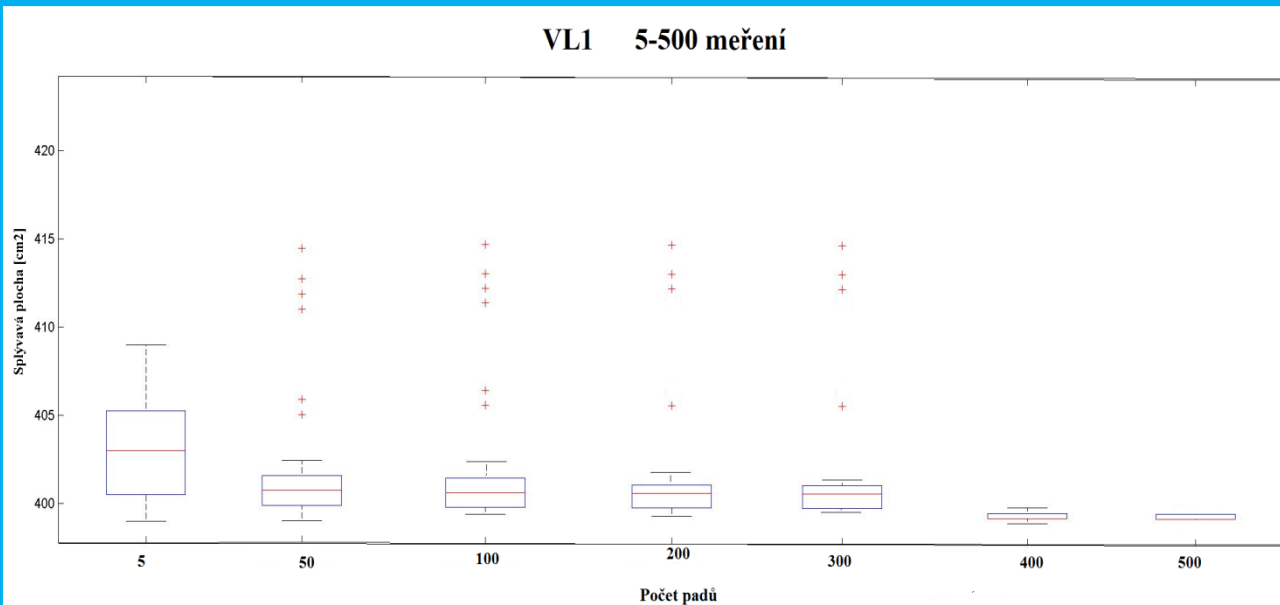
Na grafu č.10 lze vidět zaznamenané hodnoty druhé tkaniny 5 a 500 měření v jiné rychlosti. Intervaly se u všech vzorků překrývají. Průměrné hodnoty pro pět měření jsou 409,5 cm<sup>2</sup>. Pro 500 měření vychází průměrné hodnoty okolo 393,2 cm<sup>2</sup>. Výsledky obou metod jsou si velice podobné. Rozptyl průměrné hodnoty ve standardní metodě leží v intervalu 11 cm<sup>2</sup>. Rozptyl v nové dynamické metodě je 15 cm<sup>2</sup>. Výsledky získané novou dynamickou metodou vycházejí jako srovnatelné se standardní metodou, což znamená, že daná hypotéza byla opět potvrzena.

Na základě měření lze rozhodnout, že čím více je vzorek dynamicky namáhán, tím menší je interval pro různý počet od 5-500 měření.

Na grafu č.11 a 12, jsou znázorněny změny ploch po různém počtu měření. Je patrné, že plochy s přibývajícím měřením vykazují hodnoty téměř totožné. Z tohoto měření vyplývá, že větší počet vzorků může po pěti měřeních vykazovat hodnoty, které se jeví jako náhodné. Kdežto pět set a více měření se jeví jako ustálený soubor hodnot. Hodnoty z tohoto měření jsou uspokojivé a nejeví se jako náhodný jev a lze je používat pro hodnocení splývavosti textilií.



Graf 11 : K1-3 5-500 měření



Graf 12 : VL1-3 5-500 měření

**Porovnání výsledků splývavých tvarů.**

V případě této práce byla plocha prověřována z první naměřené hodnoty plochy vzorku. Tato část byla zahájena měřením koeficientu splývavosti tkanin K 1 a VL 1. Koeficient splývavosti byl vypočítán dle vzorce:

$$DC = \frac{S_m - S_2}{S_1 - S_2}$$

$S_1$  – průměr zkoumaného vzorku

$S_2$  – průměr zkušebního disku

$S_m$  – vypočtená plocha

*Tabulka 4 Vyhodnocení koeficientu splývavosti*

Tkanina	5 měření	500 měření
K 1	21,64 %	20,11 %
VL 1	32,86 %	30,83 %

Výsledkem měření bylo potvrzeno, že z většího počtu naměřených ploch, je dosaženo přesnějších výsledků. Po častějším opakování měření byl pro obě tkaniny vypočítán rozdílný koeficient. U tkaniny K 1 byl výsledek koeficientu splývavosti menší o 1,53 %. V případě tkaniny VL 1 byl vypočten koeficient splývavosti o 2,03 menší.

## 4. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, že jsou výstupy standardní metody splývavých tvarů srovnatelné s nově navrženou dynamickou metodou (tj. opakované cyklické namáhání vzorku).

V teoretické části této práce jsou představeny metody hodnocení splývavosti. Jsou zde uvedeny standardní a nestandardní metody, včetně jejich podrobného popisu.

V experimentální části byly použity dvě tkaniny, které poskytla Katedra hodnocení textilií. Z těchto textilií bylo vystřiženo 28 kruhových vzorků s průměrem 30 cm a byly provedeny dvě metody měření, a to metoda klasická a nově navržená dynamická metoda. Klasická metoda měření splývavosti se obvykle provádí tak, že se změří tři vzorky textilie a každý vzorek je měřen alespoň pětkrát za sebou. Nově navržená dynamická metoda spočívá v naměření jednoho vzorku pětsetkrát za sebou.

V našem případě, byla splývavost textilie prověřována dle hodnoty obsahu plochy splývavého tvaru. Z výsledků porovnání uvedených dvou metod vyplývá, že nová metoda přináší srovnatelné výsledky. V takovém případě se dá tvrdit, že nová metoda je vzhledem k počtu naměřených dat (ploch) přesnější, což je vidět na grafech 7 a 8.

Zajímavé poznatky vzešly i z experimentu, který se prováděl na vzorcích K 1 a VL 1, které byly proměřeny pětsetkrát za sebou. Porovnáme-li splývavé plochy pro pět opakovaných pádů a pět set pádů, grafy č.11 a 12 ukazují, že s přibývajícím počtem opakovaného namáhání textilie se hodnota intervalu splývavé plochy zužuje. Po častějším opakování měření byl vypočítán rozdílný koeficient splývavosti pro obě tkaniny. U tkaniny K 1 byl rozdílný výsledek koeficientu splývavosti menší o 1,53 %. V případě tkaniny VL 1 byl vypočten rozdílný koeficient splývavosti o 2,03 menší.

Výsledky provedených experimentů potvrzují, že nová metoda, přináší srovnatelné, dá se říci, že i spolehlivější výsledky, než metoda klasická a lze tedy napsat, že nově navržená dynamická metoda měření splývavosti přináší přesnější výsledky.



### **Seznam použité literatury:**

- [1] ČSN 80 0835. Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1971. 20 s. Třídící znak 800835
- [2] Ing. Vladimír Kovačič, EUR Ing.: Textilní Zkušebnictví, díl 2., Liberec 2004
- [3] Glombíková, V., Halasová, A., Vítová, J.: Vplyv tuhosti a dlžky previsu na splývavosť, Strutex 2001, str. 221-227, TU, Liberec 2001
- [4] Cusick G E (1968): The Measurement of Fabric Drape, Journal of the Textile Institute, Vol 59, pp 253–260.
- [5] The Indian Textile Journal. Evaluation of drape measurement.  
<http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=5581>
- [6] Glombíková, V.: Příspěvek k predikaci splývavosti textilií; Disertační práce, TUL, Liberec, 2006
- [7] Příručka textilního odborníka, 1 část, Praha 1981
- [8] Stylios, G.K., Wan, T.R.: The Concept of Virtual Measurement – 3 D Fabric Drapeability, Instrumental Journal of Clothing, Science and Technology, 1999, Vol. 11, No. 1, p. 10-18
- [9] SANAD, R., CASSIDY, T., CHEUNG, V. Fabric and Garment Drape Measurement – Part 1. Journal of Fiber Bioengineering & Informatics 5:4, 2012, s. 341–358.
- [10] Zabořilová, H.: Měření splývavosti alternativními metodami. Liberec 2002

## Seznam obrázků:

Obrázek 1 Tvar splývající plošné textilie a projekce jejího stínu.....	8
Obrázek 2 Cusickův drapometr.....	9
Obrázek 3 Schéma F.R.L. optického drapometru [3].....	12
Obrázek 4 Analýza obrazu s pomocí počítače.....	14
Obrázek 5 Schéma zařízení pro obrazovou analýzu na KOD.....	15
Obrázek 6 Obrys vzorku na vertikálně splývající látku.....	16
Obrázek 7 a) rozměry vzorků, b) zavěšená jehla na vzorku, c) vzorek instalovaný na.....	16
Obrázek 8 Definice poměrné splývavé vzdálenosti $R_D$ .....	18
Obrázek 9 Vazba tkaniny.....	20
Obrázek 10 Vazba tkaniny.....	21
Obrázek 11 Příprava a popsání vzorků.....	22
Obrázek 12 Přístroj Drapometr LF.....	23
Obrázek 13 Chování textilie na disku.....	24

## Seznam tabulek:

Tabulka 1 Parametry materiálu.....	20
Tabulka 2 Parametry materiálu.....	21
Tabulka 3 Výpočet rychlosti.....	24
Tabulka 4 Vyhodnocení koeficientu splývavosti.....	36

## Seznam grafů:

Graf 1 : K1-3 5 měření.....	26
Graf 2 : VL1-3 5 měření.....	27
Graf 3 : K1-3 500 měření.....	28
Graf 4 : K1-3 500 měření v jiné rychlosti.....	28
Graf 5 5: VL1-3 500 měření.....	29
Graf 6 : VL1-3 500 měření v jiné rychlosti.....	30
Graf 7 K1-3: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření.....	31
Graf 8 VL1-3: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření.....	32
Graf 9 K1-3: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření (jiná rychlost).....	33
Graf 10 VL1-3: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby 5 a 500 měření (jiná rychlost).....	34
Graf 11 : K1-3 5-500 měření.....	35
Graf 12 : VL1-3 5-500 měření.....	35

# Přílohy

### Výsledné hodnoty splývavých tvarů pro tkaninu K 1 a VL 1

Pořadové číslo	Tkanina K 1		Tkanina VL 1	
	plocha	laloky	plocha	laloky
	(cm2)	(-)	(cm2)	(-)
1	358	9	399	
2	354	9	401	
3	352	9	409	
4	351	7	404	
5	347	8	403	

### 500 měření

Pořadové číslo	Tkanina K 1		Tkanina VL 1	
	plocha	laloky	plocha	laloky
	(cm2)	(-)	(cm2)	(-)
1	347	8	421	9
2	349	9	402	6
3	349	9	398	7
4	348	9	397	7
5	348	9	395	7
6	347	9	396	7
7	347	9	396	7
8	346	9	396	7
9	346	9	395	7
10	346	9	395	7
11	348	9	396	7
12	346	9	396	7
13	346	9	394	7
14	346	9	395	7
15	346	9	395	7
16	347	9	396	7
17	347	9	394	7
18	347	9	394	7
19	347	9	395	7
20	348	9	395	7
21	347	9	394	7
22	347	9	395	7
23	346	9	394	7
24	347	9	394	7
25	347	9	394	7
26	346	9	395	7
27	346	9	395	7
28	345	9	395	7

29	346	9	395	7
30	347	9	395	7
31	347	9	395	7
32	346	9	395	7
33	346	9	394	7
34	345	9	395	7
35	346	9	393	7
36	345	9	394	7
37	345	9	393	7
38	346	9	395	7
39	347	9	395	7
40	346	9	395	7
41	346	9	394	7
42	346	9	395	7
43	346	9	394	7
44	346	9	394	7
45	346	9	394	7
46	347	9	394	7
47	347	9	394	7
48	347	9	394	7
49	347	9	394	7
50	353	10	395	7
51	345	9	395	7
52	348	9	395	7
53	347	9	395	7
54	349	9	395	7
55	347	9	395	7
56	348	9	394	7
57	347	9	395	7
58	351	8	394	7
59	348	9	393	7
60	346	9	394	7
61	347	9	393	7
62	347	9	394	7
63	346	9	393	7
64	346	9	394	7
65	347	9	395	7
66	347	9	394	7
67	347	9	395	7
68	347	9	395	7
69	346	9	394	7
70	347	9	394	7
71	347	9	394	7
72	347	9	394	7
73	346	9	395	7
74	346	9	393	7
75	346	9	393	7
76	347	9	394	7
77	347	9	393	7

78	346	9	394	7
79	346	9	394	7
80	351	9	393	7
81	350	9	393	7
82	347	8	394	7
83	347	8	394	7
84	347	9	394	7
85	346	9	393	7
86	345	9	393	7
87	345	9	393	7
88	344	9	394	7
89	345	9	395	7
90	345	9	394	7
91	348	9	394	7
92	349	8	393	7
93	350	10	394	7
94	344	9	394	7
95	348	9	393	7
96	348	10	394	7
97	346	9	394	7
98	345	9	393	7
99	345	9	394	7
100	346	9	394	7
101	347	9	395	7
102	346	9	394	7
103	345	9	394	7
104	346	9	395	7
105	346	9	395	7
106	346	9	395	7
107	353	10	394	7
108	348	9	394	7
109	347	9	394	7
110	347	9	395	7
111	346	9	394	7
112	346	9	394	7
113	346	9	395	7
114	347	9	394	7
115	346	9	395	7
116	346	9	394	7
117	346	9	394	7
118	346	9	395	7
119	346	9	394	7
120	345	9	395	7
121	346	9	393	7
122	346	9	394	7
123	346	9	394	7
124	349	9	394	7
125	346	9	394	7
126	346	9	394	7

127	346	9	394	7
128	346	9	394	7
129	346	9	394	7
130	350	9	394	7
131	345	9	394	7
132	345	9	394	7
133	346	9	394	7
134	345	9	393	7
135	345	9	393	7
136	345	9	394	7
137	345	9	393	7
138	344	9	394	7
139	346	9	394	7
140	345	9	394	7
141	346	9	394	7
142	345	9	394	7
143	346	9	394	7
144	345	9	394	7
145	345	9	393	7
146	344	9	394	7
147	345	9	394	7
148	346	9	393	7
149	345	9	393	7
150	349	9	393	7
151	346	9	393	7
152	346	9	394	7
153	345	9	393	7
154	346	9	394	7
155	346	9	394	7
156	345	9	394	7
157	346	9	394	7
158	346	9	394	7
159	346	9	394	7
160	346	9	393	7
161	345	9	393	7
162	346	9	393	7
163	346	9	394	7
164	346	9	394	7
165	345	9	394	7
166	345	9	394	7
167	345	9	394	7
168	346	9	393	7
169	345	9	394	7
170	345	9	394	7
171	346	9	394	7
172	345	9	393	7
173	351	9	394	7
174	347	9	394	7
175	346	9	393	7

176	344	9	394	7
177	345	9	394	7
178	350	9	394	7
179	347	9	394	7
180	345	9	393	7
181	345	9	392	7
182	345	9	393	7
183	345	9	394	7
184	345	9	393	7
185	346	9	393	7
186	346	9	393	7
187	346	9	393	7
188	345	9	393	7
189	346	9	394	7
190	345	9	393	7
191	346	9	392	7
192	346	9	393	7
193	344	9	394	7
194	345	9	393	7
195	346	9	393	7
196	345	9	393	7
197	346	9	394	7
198	345	9	394	7
199	346	9	394	7
200	345	9	394	7
201	353	10	393	7
202	350	10	392	7
203	347	10	392	7
204	347	9	393	7
205	346	9	393	7
206	346	9	393	7
207	345	9	393	7
208	346	9	393	7
209	345	9	397	7
210	346	9	395	7
211	346	9	394	7
212	349	9	393	7
213	347	9	393	7
214	344	9	393	7
215	343	9	393	7
216	346	9	394	7
217	345	9	393	7
218	345	9	393	7
219	346	9	394	7
220	345	9	393	7
221	346	9	393	7
222	344	9	394	7
223	346	9	394	7
224	345	9	394	7

225	350	9	394	7
226	347	9	394	7
227	346	9	394	7
228	346	9	394	7
229	346	9	394	7
230	346	9	394	7
231	345	9	394	7
232	345	9	393	7
233	346	9	394	7
234	345	9	393	7
235	352	9	393	7
236	349	8	394	7
237	347	9	393	7
238	344	9	393	7
239	344	9	393	7
240	345	9	394	7
241	345	9	393	7
242	345	9	393	7
243	344	9	392	7
244	346	9	393	7
245	345	9	393	7
246	346	9	393	7
247	346	9	393	7
248	346	9	393	7
249	347	9	393	7
250	345	9	393	7
251	347	9	393	7
252	345	9	393	7
253	345	9	393	7
254	344	9	393	7
255	345	9	393	7
256	345	9	394	7
257	345	9	394	7
258	346	9	394	7
259	344	9	393	7
260	351	8	392	7
261	347	9	393	7
262	345	9	393	7
263	345	9	393	7
264	344	9	392	7
265	345	9	392	7
266	345	9	393	7
267	345	9	392	7
268	346	9	392	7
269	348	10	393	7
270	345	9	394	7
271	346	9	393	7
272	348	9	393	7
273	345	9	393	7



274	345	9	393	7
275	345	9	393	7
276	345	9	393	7
277	344	9	393	7
278	344	9	393	7
279	344	9	392	7
280	344	9	393	7
281	344	9	393	7
282	349	9	393	7
283	343	9	393	7
284	345	9	393	7
285	344	9	393	7
286	344	9	393	7
287	344	9	393	7
288	344	9	393	7
289	344	9	394	7
290	344	9	393	7
291	343	9	394	7
292	344	9	392	7
293	344	9	392	7
294	344	9	393	7
295	344	9	393	7
296	343	9	393	7
297	348	9	392	7
298	345	9	393	7
299	345	9	393	7
300	345	9	393	7
301	345	9	392	7
302	345	9	393	7
303	345	9	392	7
304	345	9	392	7
305	345	9	393	7
306	345	9	393	7
307	345	9	392	7
308	345	9	392	7
309	345	9	393	7
310	344	9	393	7
311	345	9	393	7
312	344	9	393	7
313	345	9	393	7
314	344	9	393	7
315	344	9	393	7
316	345	9	392	7
317	344	9	393	7
318	344	9	392	7
319	344	9	392	7
320	344	9	392	7
321	345	9	392	7
322	345	9	393	7

323	344	9	393	7
324	345	9	393	7
325	345	9	393	7
326	345	9	392	7
327	345	9	393	7
328	345	9	393	7
329	344	9	393	7
330	344	9	392	7
331	345	9	392	7
332	344	9	394	7
333	344	9	392	7
334	345	9	392	7
335	345	9	392	7
336	345	9	392	7
337	344	9	391	7
338	345	9	393	7
339	345	9	392	7
340	345	9	392	7
341	345	9	392	7
342	345	9	392	7
343	344	9	393	7
344	344	9	392	7
345	345	9	392	7
346	345	9	391	7
347	345	9	392	7
348	345	9	392	7
349	344	9	392	7
350	346	9	392	7
351	344	9	393	7
352	345	9	392	7
353	345	9	392	7
354	345	9	392	7
355	345	9	392	7
356	345	9	392	7
357	344	9	392	7
358	345	9	392	7
359	345	9	392	7
360	345	9	392	7
361	345	9	392	7
362	345	9	392	7
363	345	9	392	7
364	345	9	393	7
365	345	9	392	7
366	345	9	392	7
367	345	9	392	7
368	344	9	392	7
369	345	9	393	7
370	345	9	392	7
371	345	9	393	7

372	349	9	393	7
373	347	9	393	7
374	344	9	392	7
375	345	9	393	7
376	344	9	392	7
377	345	9	392	7
378	345	9	392	7
379	345	9	392	7
380	344	9	393	7
381	345	9	393	7
382	345	9	393	7
383	345	9	392	7
384	345	9	392	7
385	345	9	392	7
386	344	9	393	7
387	344	9	393	7
388	345	9	393	7
389	344	9	393	7
390	345	9	392	7
391	344	9	393	7
392	345	9	393	7
393	345	9	393	7
394	344	9	393	7
395	345	9	393	7
396	345	9	393	7
397	344	9	393	7
398	345	9	391	7
399	345	9	393	7
400	345	9	393	7
401	345	9	392	7
402	345	9	392	7
403	345	9	392	7
404	345	9	392	7
405	345	9	393	7
406	345	9	393	7
407	344	9	392	7
408	345	9	392	7
409	345	9	392	7
410	344	9	392	7
411	345	9	392	7
412	344	9	393	7
413	345	9	392	7
414	344	9	393	7
415	345	9	393	7
416	345	9	392	7
417	345	9	393	7
418	345	9	392	7
419	345	9	392	7
420	345	9	393	7

421	345	9	392	7
422	345	9	392	7
423	345	9	392	7
424	345	9	392	7
425	345	9	392	7
426	348	9	392	7
427	345	9	393	7
428	345	9	392	7
429	345	9	393	7
430	345	9	392	7
431	345	9	393	7
432	345	9	392	7
433	348	9	392	7
434	345	9	393	7
435	346	9	392	7
436	345	9	392	7
437	345	9	392	7
438	345	9	392	7
439	351	10	393	7
440	344	9	392	7
441	350	10	392	7
442	347	9	392	7
443	346	9	392	7
444	347	9	393	7
445	346	9	392	7
446	346	9	392	7
447	345	9	392	7
448	345	9	392	7
449	344	9	392	7
450	344	9	392	7
451	345	9	393	7
452	345	9	392	7
453	344	9	392	7
454	350	10	392	7
455	345	9	392	7
456	350	8	393	7
457	350	8	393	7
458	347	8	392	7
459	345	8	392	7
460	346	8	392	7
461	344	8	392	7
462	345	8	392	7
463	345	8	393	7
464	345	8	392	7
465	345	8	393	7
466	344	8	393	7
467	344	8	392	7
468	347	9	393	7
469	344	8	392	7

470	344	8	392	7
471	345	8	393	7
472	345	8	392	7
473	348	9	392	7
474	348	9	392	7
475	349	8	392	7
476	347	8	392	7
477	347	8	392	7
478	347	8	393	7
479	347	8	392	7
480	346	8	393	7
481	346	8	392	7
482	346	8	393	7
483	347	8	392	7
484	346	8	392	7
485	347	8	393	7
486	346	8	392	7
487	347	8	392	7
488	346	9	392	7
489	346	8	392	7
490	345	8	393	7
491	345	8	392	7
492	344	8	392	7
493	344	9	392	7
494	345	9	392	7
495	345	8	393	7
496	344	8	392	7
497	345	8	392	7
498	345	8	392	7
499	345	8	392	7
500	345	8	392	7